

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10189537  
PUBLICATION DATE : 21-07-98

APPLICATION DATE : 26-12-96  
APPLICATION NUMBER : 08358736

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : YANAGIDA TOSHIHARU;

INT.CL. : H01L 21/3065

TITLE : DRY ETCHING METHOD

ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a dry etching method in which a silicon compound layer, particularly a low-dielectric constant interlayer insulating film represented by an SiOF film, can be dry-etched with high anisotropy and with high selectivity.

SOLUTION: When a silicon compound layer is dry-etched, an etching gas containing at least one kind of an inert gas selected from a group composed of krypton, xenon and radon is used. In this case, in an overetching operation, it is preferable to use at least one kind of an inert gas selected from a group composed of argon, neon and helium whose mass is comparatively small instead of at least one kind of the inert gas selected from the group composed of krypton, xenon and radon. In addition, it is preferable that a sulfur-based compound which can generate free sulfur in a plasma under a discharge dissociation condition is contained in the etching gas.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

UNRECORDED - 10189537A 21

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-189537

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月21日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/302

F

審査請求 本請求 請求項の数10 F D (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平8-358736

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

(22) 出願日

平成8年(1996)12月26日

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 柳田 敏治

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 代理人 田治米 登 (外1名)

(54) 【発明の名称】 ドライエッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 シリコン化合物膜、特に、S i O F 膜に代表される低誘電率膜の耐熱性を高異方性及び高選択性でドライエッチングできるようにする

【解決手段】 シリコン化合物膜をドライエッチングする際に、クリフトン、キセノン及びビラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスを含有するエッチングガスを用いる。この場合、オーバーエッチング時に、クリフトン、キセノン及びビラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスに代えて、比較的質量の小さいアルゴン、ネオン及びヘリウムからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスを使用することが好ましい。エッチングガスに、放電解条件下のガラス中で遊離の硫酸を生成し得る硫酸系化合物を含有させると好ましい。

昭和年10 189537

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン化合物層をドライエッチングする際に、クリプトン、キセノン及びラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスを含有するエッチングガスを用いることを特徴とするドライエッチング方法

【請求項2】 エッチングガスがフルオロカーボン系化合物を含む請求項1記載のドライエッチング方法

【請求項3】 シリコン化合物層がハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層である請求項1又は2記載のドライエッチング方法

【請求項4】 ハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層がS i O<sub>2</sub>層である請求項3記載のドライエッチング方法

【請求項5】 シリコン化合物層をドライエッチングする際に、クリプトン、キセノン及びラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスとフルオロカーボン系化合物とを含むエッチングガスを用いてシリコン化合物層を実質的にその層厚を超えない深さまでジャストエッチングする第1の工程；及び第1の工程でエッチングされたシリコン化合物層を、アルゴン、ネオン及びヘリウムからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスとフルオロカーボン系化合物とを含むエッチングガスを用いてオーバーエッチングを行う第2の工程を有することを特徴とするドライエッチング方法

【請求項6】 シリコン化合物層がハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層である請求項5記載のドライエッチング方法

【請求項7】 ハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層がS i O<sub>2</sub>層である請求項6記載のドライエッチング方法

【請求項8】 シリコン化合物層をドライエッチングする際に、シリコン化合物層を有する被エッチング基板の温度を室温以下に制御しながら、クリプトン、キセノン及びラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスと、数原子価条件下のプラズマ中で遊離の酸素を生成し得る硫酸系化合物とを含むエッチングガスを用いることを特徴とするドライエッチング方法

【請求項9】 シリコン化合物層がハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層である請求項8記載のドライエッチング方法

【請求項10】 ハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層がS i O<sub>2</sub>層である請求項9記載のドライエッチング方法

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置等の製造分野において好ましく適用されるシリコン化合物層のエッチング方法に関する。特に、S i O<sub>2</sub>膜などの低誘電率シリコン化合物層を、高アスペクト比、高異方性、

高選択性、高選、及び低パーティクル汚染性を実現しつつドライエッチングする方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年のVLSI、LSI等にみられるように半導体装置の高集積化および高性能化が進展するに伴い、酸化シリコン(S i O<sub>2</sub>)系材料層のドライエッチング加工に対しても技術的要求がますます厳しくなっている。

【0003】例えば、半導体デバイスの高速化や微細化を図るために、薄膜形成技術の融合深さが深くなり、また、各種の材料層が厚くなっている状況下では、従来以上に下地露出位に傾け且つプロセスダメージの少ないドライエッチング技術が要求される。そのようなエッチング技術の例としては、半導体基板内に形成された不純物析出領域やSRAMの抵抗負荷素子として用いられるPMOSトランジスタのソース領域又はドレイン領域にコンタクトを形成する場合において、下地のシリコン基板や多結晶シリコン層の上に形成されているS i O<sub>2</sub>層間絶縁膜をドライエッチングする技術が挙げられる。この場合、レジスト選択比の向上も重要な課題である。これは、サブミクロンデバイスでは、レジストマスクの劣化によるおぼつかない寸法公差の発生も許容されなくなっているからである。

【0004】従来、酸化シリコン系材料層をドライエッチングする場合、強固なS i - O結合を切断するためにイオン性を高めたモードで行われている。このモードにおいては、エッチングガスであるCHF<sub>3</sub>、CF<sub>4</sub>等のフルオロカーボン系ガスから生成するCF<sub>x</sub>の入射イオンエネルギーを利用している。この場合、エッチングの際に高い選択比と異方性を達成することも要求されているが、その要求に応えるために、従来においてレジストや被エッチング層の側壁にガスケミストリー条件下で保形ポリマーを厚く形成することが行われている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、高速エッチングを行なうために、CF<sub>x</sub>の入射イオンエネルギーを高めると、エッチング反応が物理的なバックリンクに近くなるため、エッチング選択性が低下するという問題があり、エッチングの高速性と選択性を両立させることが困難であった。しかも、ガスケミストリー条件下でエッチングを行った場合、連続処理時にエッチングレートの低下やパーティクルレベルの低下を引き起こすという問題があった。特に、エッチングレートの低下の問題は、微細パターンを形成する場合ほど顕著となっている。

【0006】特に、最近、マイクロLSI等の高速デバイスにおいて、配線が多層化、高密度化に伴い、配線容量による信号遅延の問題が深刻化してきており、その解決策としてS i O<sub>2</sub>膜に代表される低誘電率層間絶縁膜の採用が検討されているが、S i O<sub>2</sub>膜のエッチングの際にレジストマスクや下地シリコン材料層のエッチン

トとなるドライエッチングが効率的であり、エッチング膜の選択性及び異方性の確保がますます困難となっている。

【00107】また、上述したようにドライエッチングの際には、デバイス特性に影響を及ぼすような汚染の発生を防止することが常に求められている。

【00108】本発明は、以上の従来の技術の問題を解決しようとするものであり、シリコン化合物層、特に、 $\text{SiO}_2$ 膜に代表される低誘電率層間絶縁膜を高異方性及び高選択性でドライエッチングできるようにすることを目的とする。

【00109】

【課題を解決するための手段】本発明者は、シリコン化合物層をドライエッチングする際に使用するエッチングガスの一成分として、非活性の質量の大きな不活性ガスを使用することにより上述の目的を達成できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

【00110】即ち、本発明の第1の態様は、シリコン化合物層をドライエッチングする際に、クリプトン、キセノン及びラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスを含有するエッチングガスを用いることを特徴とするドライエッチング方法を提供する。

【00111】また、本発明の第2の態様は、シリコン化合物層をドライエッチングする際に、クリプトン、キセノン及びラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスとフルオロカーボン系化合物とを含むエッチングガスを用いてシリコン化合物層を実質的にその層厚を超えない深さまでジャストエッチングする第1の工程：及び第1の工程でエッチングされたシリコン化合物層を、アルゴン、ネオン及びヘリウムからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスとフルオロカーボン系化合物とを含むエッチングガスを用いてオーバーエッチングを行う第2の工程を有することを特徴とするドライエッチング方法を提供する。

【00112】更に、本発明の第3の態様は、シリコン化合物層をドライエッチングする際に、シリコン化合物層を有する被エッチング基体の温度を室温以下に制御しながら、クリプトン、キセノン及びラドンからなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスと、放電処理条件下のプラズマ中に遊離の荷電を生成し得る硫酸系化合物とを含むエッチングガスを用いることを特徴とするドライエッチング方法を提供する。

【00113】以上説明した第1～第3の態様のドライエッチング方法において、シリコン化合物層として、ハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層、特に、 $\text{SiOF}$ 膜を使用することが好ましい。

【00114】本発明の他の特徴、目的及び効果は、以下の記述において明らかとなる。

【00115】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。

【00116】本発明の第1の態様においては、シリコン

化合物層をドライエッチングする際に、クリプトン（Kr）、キセノン（Xe）及びラドン（Rn）からなる群より選択される少なくとも1種類の不活性ガスを含有するエッチングガスを用いる。このエッチングガスには、不活性ガスの他にこの種のドライエッチングの際に用いられる通常のフルオロカーボン系化合物を含有させることが好ましい。

【00117】このように、ヘリウム（He）やアルゴン（Ar）などに比べて比較的原子量（質量）の大きな不活性ガスを使用すると、フルオロカーボン系化合物のみを用いた場合やHeやAr等の不活性ガスを含有するエッチングガスを用いた場合に比べて、放電プラズマ中に荷電生成する荷電種等の原子の大きな質量をもつイオンの絶対量が増加し、イオンアシスト反応を主とする $\text{SiO}_2$ などのシリコン化合物層のドライエッチングには、高い異方性で且高速度の加工を効率的に行うことができる。また、エッチングガスに質量の大きな不活性ガス成分が存在することは、放電プラズマ中の電子の衝突確率を増加させるため、メインエッチング種であるCFの解離を促進し、その結果、エッチングと競合して堆積するフルオロカーボン系ポリマー中のF割合が低下し、それに相応してそのポリマーに占める炭素原子の含有割合を安定的に増大させることができる。これにより、フルオロカーボン系ポリマーの膜質が強化され、入射イオンやラジカルの攻撃に対する耐性を高めることができる。従って、レジストマスクやシリコン材料層の下の層のエッチングが抑制され、エッチング選択性が大きく向上する。

【00118】ここで、エッチングガス中の不活性ガスの含有割合や流量、また、フルオロカーボン系ポリマーの種類、含有割合等については、放電エッチング対象物であるシリコン化合物層、あるいはレジストや下地層等の材料の種類や層厚などに応じて適宜決定することができる。また、他のドライエッチング条件（圧力、温度、プラズマ発生用高周波パワー等）についても適宜決定することができる。

【00119】特に、シリコン化合物層がハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層、中でもフッ素原子（F）を構成元素として含有する $\text{SiOF}$ 膜である場合には、本発明の方法の利点がよりいっそう生かされる。これは、ハロゲン元素を含有する $\text{SiOF}$ 膜等の誘電率層間絶縁膜のエッチングにおいては、エッチング中に反応生成物として逐次Fラジカルなどのハロゲンラジカルが生じるため、従来においては選択性及び異方性の確保が困難な状況となっていたためである。

【00120】次に本発明の第2の態様について説明する。

【00121】第2の態様のドライエッチング方法では、シリコン化合物層をドライエッチングする際に、シリコン化合物層を実質的にその層厚を超えない深さまでエッチ

シグ（ジャストエッチング）する第1の工程と、オーバーエッチングする第2の工程とを有する。ここで、第1の工程のエッチングガスとして、比較的質量の大きなF<sub>2</sub>、Ar及びHeからなる群より選ばれ、少なくとも1種類の不活性ガスとフルオロカーボン系化合物とを含むエッチングガスを用い、第2の工程のエッチングガスとして、比較的質量の小さな不活性ガスに代えて比較的質量の小さなAr、Ne及びHeからなる群より選ばれ、少なくとも1種類の不活性ガスと、フルオロカーボン系化合物とを含むエッチングガスを使用する。

【0022】このように不活性ガスを使い分ける本発明の第1の態様の第1の工程は、本発明の第1の態様のドライエッチング方法が適用されているので、第1の態様の場合と同様に、高い異方性で且つ高速の加工を効率的に行うことができ、また、入射イオンやラジカルの攻撃に対する耐性を高めることができ、従って、レジストマスクやシリコン材料層の下地層のエッチングが抑制され、エッチング選択性が大きく向上する。

【0023】また、本発明の第2の態様の第2の工程は、シリコン化合物層のジャストエッチングされた状態をオーバーエッチングする工程であるが、この工程においては基板に入射するイオン種の質量が相対的に小さくなり、シリコン化合物層がエッチオフされて下地が露出した時に、イオン衝突エネルギーでダメージを受ける物理的なエッチングダメージを軽減することができる。また、エッチング面に凝合してデポジットするフルオロカーボン系ポリマーをノックオンする形で下地層に不純物が混入するコンタミネーションの発生を抑制することができる。このため、本発明の第2の態様は、本発明の第1の態様の場合よりも更に低ダメージ性と低汚染性とに優れ、しかも高異方性且つ高選択性でシリコン化合物層のドライエッチングが可能となる。

【0024】なお、第2の態様の場合も、エッチングガス中の不活性ガスの含有割合や流量、また、フルオロカーボン系ポリマーの種類、含有割合等については、被エッチング対象物であるシリコン化合物層、あるいはレジストや下地層等の材料の種類や層厚などに応じて適宜決定することができる。また、他のドライエッチング条件（圧力、温度、プラズマ発生用高周波パワー等）についても適宜決定することができる。

【0025】また、シリコン化合物層がハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層、中でもフッ素原子（F）を構成元素として含有するSiOF膜である場合には、本発明の方法の利点がよりいっそう生かされることとなる。

【0026】次に本発明の第3の態様のドライエッチング方法について説明する。

【0027】第3の態様のドライエッチング方法は、シリコン化合物層をドライエッチングする際に、シリコン化合物層を有する被エッチング基板の温度を室温以下に

制御してから、フリフロン、キセノン及びバロドンからなる群より選ばれ、少なくとも1種類の不活性ガスと、放電処理条件（プラズマ中で遊離の電荷を生成し得る電荷系化合物とを含む）エッチングガスを用いる。

【0028】このように被エッチング基板（ウエハ）を室温以下に冷却すると、ラジカル反応が抑制され、また、エッチングと凝合して起きる電荷の堆積により、レジストマスクや下地材料層のエッチングの進行が一層効果的に抑制される。

【0029】一方、SiO<sub>2</sub>等のシリコン化合物層上では、電荷はエッチング中に放出される酸素原子と反応し、SiO<sub>x</sub>やSi<sub>3</sub>O<sub>4</sub>となって容易に脱離するたため堆積は起こらず、エッチレートの低下もほとんどない。従って、原子量の大きい不活性ガスを利用して達成する高い異方性とエッチレートとを維持したまま、より高い選択性を有するエッチングが可能となる。

【0030】なお、堆積した電荷は、エッチング終了後にO<sub>2</sub>プラズマ・アッシングを行えば、レジストマスクと共に速やかに除去されるため、残渣として残ることなく、パーティクル汚染源となるおそれもない。

【0031】なお、第3の態様の場合も、エッチングガス中の不活性ガスの含有割合や流量、また、フルオロカーボン系ポリマーの種類、電荷化合物の種類や含有割合等については、被エッチング対象物であるシリコ化合物層、あるいはレジストや下地層等の材料の種類や層厚などに応じて適宜決定することができる。また、他のドライエッチング条件（圧力、温度、プラズマ発生用高周波パワー等）についても適宜決定することができる。

【0032】また、シリコン化合物層がハロゲン元素を含有する低誘電率シリコン酸化物層、中でもフッ素原子（F）を構成元素として含有するSiOF膜である場合には、本発明の方法の利点がよりいっそう生かされることとなる。

【0033】

【実施例】以下、図面を参照しつつ本発明を実施例により具体的に説明する。

【0034】実施例1

本実施例は、本発明の第1の態様の具体例であって、エッチングガスとして、F<sub>2</sub>とArとの混合ガスを用い、酸化シリコンからなる層間絶縁膜に、シリコン基板中に形成された不純物放散層に臨むコンタクトホールを形成した例である（図1（a）及び（b）参照）。

【0035】まず、不純物放散層2が形成された単結晶シリコン基板1上に、CVD法によりSiO<sub>2</sub>膜からなる層間絶縁膜3を形成した。その層間絶縁膜3上に、エッチング用マスクとして所定のパターンングにより開口部4aを有するレジストパターン層4を形成した（図1（a））。

【0036】次に、この被エッチング基板（ウエハ）をマグネトロンRIE（反応性イオンエッチング）装置に

セットし、以下の条件でエッチングを行った

【0037】

ガス流量 :  $C_4F_8$  Kr=30:90 sccm

圧力 : 2.0 Pa

RFパワー密度: 2.0 W/cm<sup>2</sup> (13.56 MHz)

磁場強度 :  $1.5 \times 10^{-4}$  T (150 Gauss)

【0038】このエッチング過程では、開口部1a内に露出した層間絶縁膜3の表面において、 $CF_x$ イオンによるSiO<sub>2</sub>エッチングが約850 nm/分のエッチング速度で進行した。この結果、良好な異方性形状を有するコンタクトホール5が形成できた(図1(b))。

また、レジストパターン層4や単結晶シリコン基板1に対して高選択性が達成され、対レジスト選択比は約7、対シリコン選択比は約10であった。

【0039】実施例2

ガス流量 :  $C_4F_8$ , Xe=30:90 sccm

圧力 : 2.0 Pa

RFパワー密度 : 2.0 W/cm<sup>2</sup> (13.56 MHz)

磁場強度 :  $1.5 \times 10^{-4}$  T (150 Gauss)

【0043】このエッチング過程では、開口部9a内に露出した層間絶縁膜8の表面において、 $CF_x$ イオンによるSiO<sub>2</sub>のエッチングが約900 nm/分のエッチング速度で進行した。この結果、良好な異方性形状を有するパイアホール10を形成することができた(図2(b))。また、本実施例においても、レジストパターン層9や下層金属配線層7に対して高い選択性で層間絶縁膜8をエッチングすることができた。

【0044】実施例3

本実施例は、本発明の第2の態様の具体例であって、酸化シリコンからなる層間絶縁膜に基板中に形成された不純物拡散層に臨むコンタクトホールを形成した例である(図3(a)~(c)参照)。ここで、この態様は、第

ガス流量 :  $C_4F_8$ , Kr=30:90 sccm

圧力 : 2.0 Pa

RFパワー密度: 2.2 W/cm<sup>2</sup> (13.56 MHz)

磁場強度 :  $1.5 \times 10^{-4}$  T (150 Gauss)

ウエハ温度: 15℃

【0048】このエッチングは、層間絶縁膜3のエッチングを単結晶シリコン基板1、正極には不純物拡散層2が露出する直前まで行った。この結果、図3(b)に示すように、コンタクトホール5の底部に層間絶縁膜3の残余部3aが若干残された状態となった。

【0049】(第2の工程)次に、図3(b)に示した

ガス流量 :  $C_4F_8$ , He=60:60 sccm

圧力 : 2.0 Pa

RFパワー密度: 1.2 W/cm<sup>2</sup> (13.56 MHz)

磁場強度 :  $1.5 \times 10^{-4}$  T (150 Gauss)

ウエハ温度: 15℃

【0051】この結果、下地の不純物拡散層2にダメージを与えることなく、良好な異方性形状を有するコンタ

本実施例は、実施例1と同様に、本発明の第1の態様の具体例であって、エッチングガスとして $C_4F_8$ とXeとの混合ガスを用い、SiO<sub>2</sub>からなる低誘電率層間絶縁膜に、下層金属配線層に臨むパイアホールを形成した例である(図2(a)及び(b)参照)。

【0040】まず、本実施例で用いた被処理基板としては、下層層間絶縁膜6上の下層金属配線層7を被覆するように、SiO<sub>2</sub>からなる低誘電率層間絶縁膜8を形成した。更に、層間絶縁膜8のエッチング用マスクとして所定のパターンニングにより開口部9aを有するレジストパターン層9を形成した(図2(a))。

【0041】次に、この被エッチング基板(ウエハ)をマグネトロンRIE装置にセットし、以下の条件でエッチングを行った。

【0042】

1の工程(ジャストエッチング工程)と第2の工程(オーバーエッチング工程)とを含む。

【0045】(第1の工程)まず、不純物拡散層2が形成された単結晶シリコン基板1上に、CVD法によりSiO<sub>2</sub>膜からなる層間絶縁膜3を形成した。その層間絶縁膜3上に、エッチング用マスクとして所定のパターンニングにより開口部4aを有するレジストパターン層4を形成した(図3(a))。

【0046】次に、この被エッチング基板(ウエハ)をマグネトロンRIE(反応性イオンエッチング)装置にセットし、以下の条件でエッチングを行った。

【0047】

状態のウエハをマグネトロンRIE(反応性イオンエッチング)装置にセットしたまま、エッチング条件を以下に示すように代えて、コンタクトホール5の内部の残余部3aのエッチング及びオーバーエッチングを行った。

【0050】

クトホールを形成することができた(図3(c))。

【0052】実施例4

本実施例は、本発明の第3の態様の具体例であって、エッチングガスとしてCF<sub>4</sub>、S.F<sub>6</sub>、Xe混合ガスを用いて、SiO<sub>2</sub>からなる低誘電率層間絶縁膜に、下層金属配線層に臨むバイアホールを形成した例である。

【0053】まず、本実施例で用いた被処理基板としては、下層層間絶縁膜6上の下層金属配線層7を被覆するように、SiO<sub>2</sub>からなる低誘電率層間絶縁膜8を形成した。更に、層間絶縁膜8のエッチング用マスクとして所定のパターンニングにより開口部9aを有するレジス

ガス流量 : CF<sub>4</sub>, S.F<sub>6</sub>, Xe=20 20 60 sccm

圧力 : 0.3 Pa

ICP 電源パワー: 1000W (2MHz)

基板Bias電圧: 300V (13.56MHz)

ウエハ温度: -50℃

【0056】この結果、図2(b)に示すように、良好な異方性形状を有するバイアホール10をマイクロ・ローディング効果もなく高速で形成することができた。しかもレジストパターン層9の膜厚の大幅な減少やパターンエッチングによる下地層の侵食も認められなかった。

【0057】本実施例では、硫黄系化合物が放電解離によってプラズマ中に遊離の硫黄が生成し、その遊離硫黄がレジストマスクや下地材料層上へフッ素含有量の少ない炭素系ポリマーと共に堆積した。この堆積と基板冷却効果とにより、炭素系ポリマーの堆積がわずかであった。マイクロ・ローディング効果を生じさせることなく高い選択性を有するエッチングプロセスを確立できた。

【0058】なお、エッチング中に堆積した硫黄は、100℃程度の温度で容易に昇華するため、加熱されたチャンバー内でエッチング後にウエハ加熱を施すことで、素外に除去することができた。従って、ウエハ処理数を重ねた後のパーティクルレベルが改善され、デバイスの歩留り向上にもつながった。

【0059】

【発明の効果】本発明のドライエッチング方法によれば、シリコン化合物層のドライエッチング加工が高異方性かつ高選択性で効率良く進行する。

【0060】これにより、従来技術では選択性及び異方性の確保が困難であったSiO<sub>2</sub>膜等の低誘電率層間絶

トハターン層9を形成した(図2(a))

【0054】次に、この被エッチング基板(ウエハ)を、0℃以下に温度制御できる冷却機構を備えてなる基板バイアス印加型ICP(Inductively Coupled Plasma)エッチング装置にセットし、チラーとアルコール系冷媒を使用して被エッチング基板を約-50℃に冷却保持し、以下の条件でエッチングを行った。

【0055】

絶縁膜の高いアスペクト比加工を、高い異方性と高い選択性を有するプロセスで実現することができる。

【0061】したがって、本発明は、微細なデザイン・ルールに基づいて設計され、高精度、高性能、高信頼性が要求される今後の半導体装置の製造に極めて有効である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の態様のドライエッチング方法をコンタクトホールの形成に適用した際の工程説明図である(同図(a)及び(b))。

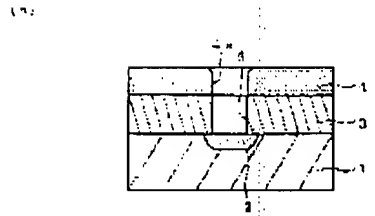
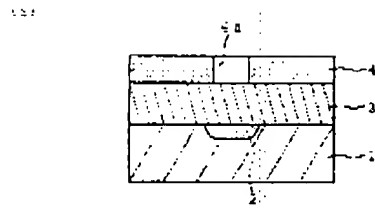
【図2】本発明の第1又は第3の態様のドライエッチング方法をバイアホールの形成に適用した際の工程説明図である(同図(a)及び(b))。

【図3】本発明の第2の態様のドライエッチング方法をコンタクトホールの形成に適用した際の工程説明図である(同図(a)～(c))。

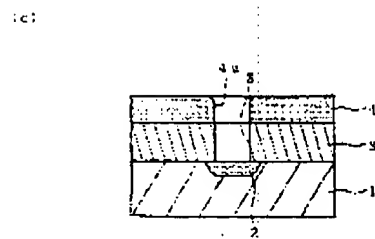
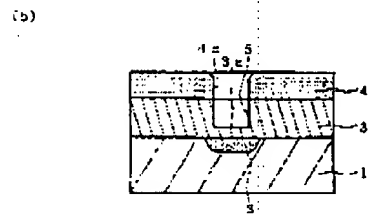
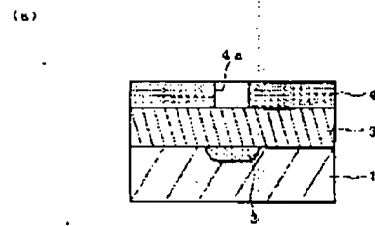
【符号の説明】

1…単結晶シリコン基板、2…不純物拡散層、3…層間絶縁膜(酸化シリコン系材料層)、3a…層間絶縁膜の残部、4…レジストパターン層、4a…開口部、5…コンタクトホール、6…下層層間絶縁膜、7…下層金属配線層、8…上層層間絶縁膜、9…レジストパターン層、9a…開口部、10…バイアホール

【図1】



【図2】



【図3】

